

Production Engineering

高 速 化

生産加工・工作機械部門ニユースレターNo.8 March 1995

『製造業の再起に賭けて』



第72期部門長 榎日立製作所 榎田 正美

景気は回復基調にあると報道されているが、製造業に身をおく者にとっては、まだまだというのが実感である。

統計学者によれば、いくつかの異なった原因・周期をもつ景気変動の谷が重複した結果として、今回の不景気は長引いているとのことであるが、従来の景気循環説だけでは、説明しきれないものがある。そんな中において、その原因が何にありどうすれば良いのか、筆者なりの考えを述べてみたい。

残念ながら、昨今『産業の空洞化』や『価格破壊』なる忌避すべき言葉が敷衍（ふえん）している。この原因はただ単に円高による外的要因と諦めては、日本の製造業に明日はない。

これに対し、最近のアメリカの製造業はリエンジニアリングを武器に、開発の期間やコスト、製造期間を激減させ、活況を呈している。これはまことに結構なことである。しかし一方で、合理化に伴うレイオフで、これまでの職場よりも低賃金の職場に移らざるをえなくなり、同一年齢の若者の平均賃金は過去十数年間下降傾向をたどっているという。このように製造業の元気さは、他の労働者の犠牲の上に成り立っているとすれば問題である。日本の製造業で現在進められているリストラも、アメリカの二の舞になる危険性ははらんでいる。

これまでの歴史を振り返ってみると、自動車は家電品、工業機械、コンピュータなどは、当初欧米先進国で開発され、彼らは多くの富を手にしてきた。当時発展途上にあった日本は、それらの製品の技術導入を急ぐとともに、いかに廉価に早く作るか（how-to-make）について腐心し、その後を追って経済力をつけ先進国の仲間入りを果たした。とすれば当然のことながら、後に続く国々もまた、このようなうまい餌を見逃すはずがない。日本や韓国で稼ぎだしている製品をまねて生産を始めようとするのは当然の成り行きである。このような製品や

技術の移管を、筆者は一種の『国際間の税金』と見なしている。

発展途上で作りうる従来製品によって、上述した現在のアメリカ製造業の復活があるのだとすれば、税金を払うべき人が払わないことを意味しないか。たとえ悪くて恐縮であるが、子供の飯のタネを大人が取りあげたことになる。大局的な歴史観にたてば、アメリカや日本の製造業にあっても、歴史の流れに逆らったこのようなことは許されないと、筆者はみている。一方で、製造業の空洞化は必須と見る悲観論もない訳ではない。

しかし本当にそうであろうか。そうでないとすれば、いかなるやり方で製造業の立て直しを図るか。

日本を含めた先進国が、経済力のある間にこれを活かして、これまでのトレンドから脱皮した新製品・新技術を創造する以外に方法はない。

それではどのような新製品・新技術（what-to-make）が考えられるか。

筆者自身も、現代の科学や工業の恩恵に浴しており、その進歩発展を是認した上で、以下の筆を進めたい。

たとえば、人間の生存に不可欠な水、空気、食物のいづれをとってみても、満足すべき状態からはほど遠いことは、説明するまでもないであろう。

またものを効率良く安価に作ることに汲々している製造業が、ごく最近まで寿命に達した後の製品の行方について、ほとんど見向きもしなかった。人体に例えれば、体内に摂り入れる食物の栄養とカロリーには最大の関心を払うが、体内からの排泄については一切考慮しないのに似ている。これでは、地球が病気になるのは当たり前である。

また便利で幸福な生活を送るための車によって、生命を落としている人が日本だけで年間11,000人ちかくにも達する。交通事故で怪我をし不幸になっている人はそれより1桁は多いであろう。残り少ない化石燃料を浪費

し、排気ガスをまき散らし、地球温暖化に拍車をかけている。これは異常な事態である。

病気を治すのが商売のお医者さんが、病気にかかり、必ずしも長寿命ではない。また癌にかかるとすぐに亡くなるお医者さんが多いそうである。まことに不可思議な話である。また最近では栄養をとり過ぎて、糖尿病や高血圧症、痛風などの病気になる人が沢山いる。飽食のせいか、飢餓時代に作られた誤った栄養学のせいかな。…などと挙げればきりが無いが、人類の存続を危うくする未解決な必須項目がきわめて多く、科学的に解明し工業化すべき課題が沢山残っていることにお気づきのことと思

う。

これらの課題を、ただ単に関心がない、採算に乗らないとの理由で、研究しない、製品化しないでは、後顧に憂いを残すことになる。とくにこのような自明の重要案件の着手・実行にヘジテイトしてきた結果が、今回の不況であると真摯に受けとめ、これを機に経済的に成り立つような仕組み作りも含めて研究開発し、一大産業に育成して、次世代にすばらしい地球を引き継ぎたいものである。

『脱皮できない蛇は死ぬ！』を肝に銘じて

第17回日本国際工作機械見本市の一考察 —高付加価値機と低価格化の流れ—

日立精工(株) 小島 建一

昨年10月末、大阪で開催された17th JIMTOFについては、既に新聞、雑誌など各方面で紹介されてきている。また、読者それぞれの視点、切り口で分析していると考えられる。ここでは、工作機械メーカーの限られた部門に携わる一人としてまとめてみたい。

今回の見本市の特徴は、バブル経済崩壊後のコスト低減・リードタイム短縮を狙ったコスト競争力、生産性向上をより具体的に実現するための、技術的手段、提案がなされたと考える。そのアプローチの仕方は各メーカー様々であるが、概ね図1の様な流れと見ている。また、切削系・研削系・放電加工系についての動向、指向点は表1の通りと見た。

今回の見本市ほど、高能率/高生産性(高付加価値機)と低価格(コストパフォーマンス向上機)の2極化した流れ、多目的から部品と金型加工と分野/目的別仕様を明確に区分したショーではなかったがと考えている。

特に高能率・高生産性の面をマシニングセンタの軸回転数で捉えると図2の様な分布となる。

主軸ターボ#40系で10,000 min⁻¹以上が出品台数の約70%を占めており、20,000 min⁻¹以上、#50系で15,000 min⁻¹も実用域に入ってきている。技術的には、

表1 見本市での動向・指向点

見本市の動向	
切削加工	(1)高速加工—放電レス加工、部品加工(アルミ軽合金、難削材、鋳物等) 2面拘束ツーリング (2)低価格化—外国性MCの参入 (3)分野別限定—FTL、クーラントレス加工/ドライ加工
研削加工	(1)低価格化—一般研削盤 (2)自動化—使い易さの追求(操作性)、省力化(APC、バランス自動) (3)分野別限定—鏡面加工、ハイスピードストローク、クリープフィード 特定材料(超硬、セラミックス)
放電加工	(1)分野別限定—一般金型/精密金型/部品加工の差別化 (2)低価格化—コストパフォーマンス向上 (3)性能/品質—高能率仕上など

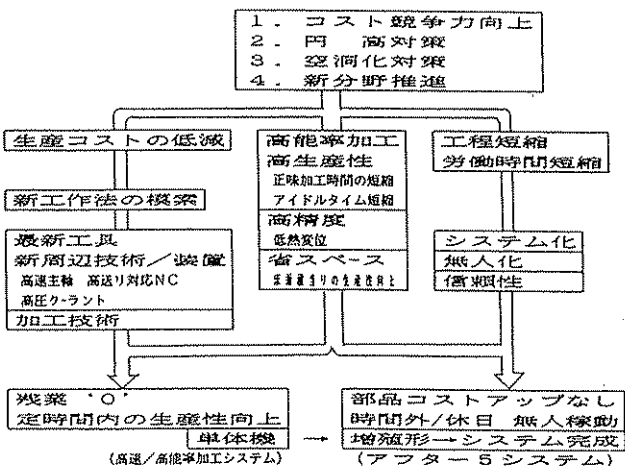


図1 生産性向上へのアプローチ

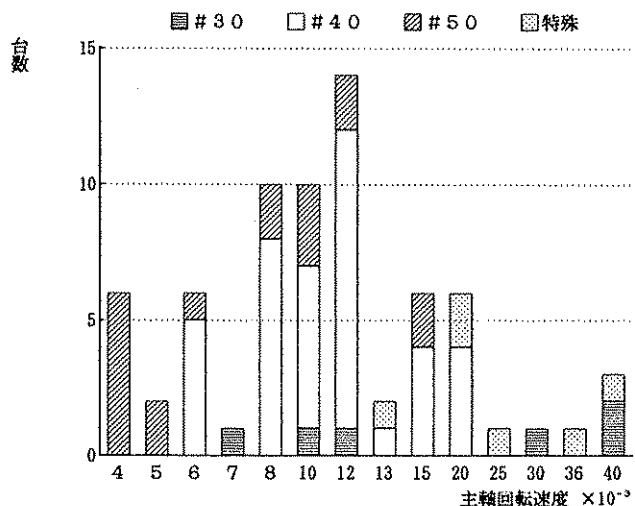


図2 主軸回転数の分布

主軸ビルトインモータ、主軸とモータを直結駆動する低速域高トルクをもつギヤレス化の傾向が強くなっている。

また、高速加工になればなる程、主軸を含めた機械本体、送り制御系の高精度・高剛性化のほか、周辺装置/技術の充実、更に加工技術の蓄積が必要である。今回、高速・重切削が可能とされる HSK (ホローシャンク) と 2面拘束ツーリングが新技術動向として示された。これらの高速化へ向けての技術は、従来技術の延長上で解決

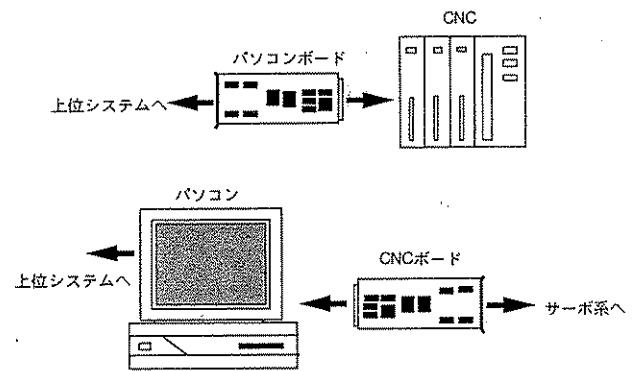
できる問題ではなく、高圧クーラント、刃具/ツーリング、加工工法、CAD/CAM等の総合技術として体系化し、ユーザにとってより経済的な技術として提供していくことが、今後の大きな課題と考える。

その他、早送り速度 30 m/min が 60%以上、ATC 交換時間も 1.5 秒以下が多数出品される一方、汎用性の高いライン対応、セル対応のマシニングセンタ等、高効率、高生産形実用機が目立った。

以上、いささか、独断と偏見な考察かと考えるが紹介させて頂いた。

パソコン NC

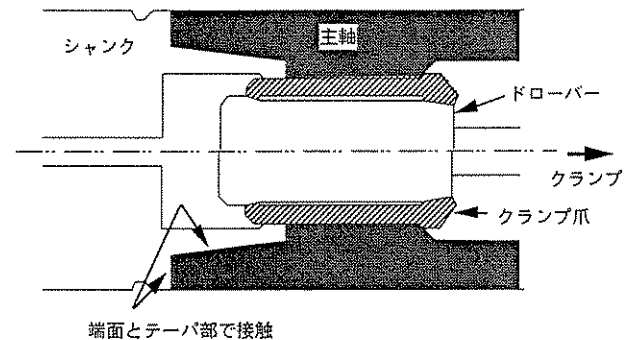
パソコンの定義は特に定まったものはないようであるが、CNC にパソコンが何らかの形でハード的、情動的に融合されたものを指しているようである。現在のところ、パソコンと CNC のかわり合いは、「CNC にパソコンボードを内蔵する」ものと、「パソコンに CNC ボードを内蔵する」ものの 2 種類に分けられる。前者は、汎用パソコンとコンパチブルなボードを CNC に付加したもので、このボード上で既存のパソコン用のソフトウェアを動作させることが可能となる。後者は、市販のパソコンを利用し、サーボ系や他の周辺機器とのインタフェースや NC プログラムからの前処理、モータの位置や速度の演算等を行うための専用ボードとソフトを用意し、NC の機能を代替しようとするものである。パソコン NC の登場の背景としては、近年のパソコン機能の大幅な向上によって NC 機能が代替できるようになってきたことと、既存のコンピュータネットワークを利用して上位システムとの情報のオープン化実現へのニーズが高まったことが挙げられる。



主なパソコンNCのタイプ

2面拘束ツールシャンク

7/24 テーパーに代表される従来のツールシャンクは、テーパ部のみで主軸と接している。ところが、最近急速に普及しつつある高速切削では、主軸が遠心力のためテーパ部が拡大し、剛性と精度低下が大きな問題となっている。そこでシャンクが主軸端面でも接するようにし、高速でも剛性と精度が保たれるよう工夫されたシャンクを 2面拘束ツールシャンクと呼ぶ。現在最もポピュラーなタイプは、DIN 規格にもなっている HSK (図) と、米国の Kennametal 社の開発した KM ツーリングの 2 種がある。これらは従来の 7/24 テーパーと互換性はないが、互換性を重視したタイプも最近開発されている。



HSK型2面拘束ツールシャンクのクランプ機構

「人間中心で創造的な物作りに向けて」を振り返って

シンポジウム実行委員長 名古屋工業大学 藤本 英雄

本シンポジウムは、物作りに深く関わる3つの部門、すなわち設計工学・システム部門、生産加工・工作機械部門、FA部門合同の企画により開催させて頂きました。第1回ということでオーガナイズドセッションにより構成しました。ご講演いただいた講師の方の興味深い話題提供に続いて、時間を大幅に超過する活発な討論の連続で、全員ご参加いただいた懇親の席まで話題の尽きないシンポジウムでした。

実行委員会を代表して、シンポジウム講演論文集の巻頭に次の様に記させていただきます。

最近、日本の技術者の元気のなさが気になる。産業界は、大不況である。これに対して、アメリカの技術者は、たいへん威勢がいい。景気は上向きである。ということを色々な機会によく耳にします。現在の不況は、アメリカで発祥した「大衆機械文明」の必然的な老齢化であるという指摘もあります。バブルがはじめて経済活動の基本が物作りに戻ったが何をすれば良いかという戸惑いがあるとされています。いずれにせよ、日本の技術者に未来に対する不変的な指針と自信を与えることが1つの大きな課題であることは確かでしょう。

さて、「物質」を中心とする近代科学、そして19世紀末から一貫して生産を支配する「効率」重視に対して、最近、人類の文明や科学技術は、「共生と循環」の原理に基づくべきであることや、物作りにおいて色々な意味で「人間」の視点に立つことが重要であることなどが科学論や哲学の分野の多くの学者により提唱されています。

このような歴史的流れに対して、現実の社会や企業活動においては、生活者として「物質的に豊かな生活」より「心の豊かなゆりの生活」に流行の支点は移行しているものの、生産者としての企業の「利益」優先の「成長」重視思考が払拭できず、その間で揺れ動いているのが事実でしょう。

いずれにせよ、先に述べた課題に対する1つの指針は、工学においてさえも、「人間」や、「心」とか「感性」とかを対象に明確に含めるという方向性でありましょう。これらを工学的に扱う体系は、まだ漠然としており、本質的な解決には今後の展開を待たねばならないでしょう。

物作りの上流から下流までの一貫した流れを従来と異なった側面から大局的に検討することにより、今後の人間中心で創造的な物作りに向けての新しいアイデアの芽が生じることを期待します。

さて、以下ではシンポジウムのメインテーマに関連して、生産分野に的を絞り、筆者らが興味を持っている課題についてお話しさせていただきます。

現在、コンピュータはどこにでもある時代になり、人間はコンピュータと色々な形で接触する機会が多くなってきています。エアバス事故で話題になった自動操縦の場合の様に、その中でコンピュータとコンピュータの使用者である人間との関係は近年に大きな変化を起しています。コンピュータの発展と共に人間とコンピュータとの調和などがますます重要になり、人間・機械（コンピュータ）・情報の3つの要素を別々に構成していくのではなく、これからは三者をトータルなシステムとしてとらえなければならないとの認識が高まっています。

人間・機械・情報の3要素の中で、人間と機械（コンピュータ）の関わりに関する学問分野としては、従来より「人間工学」が存在しています。人間工学が道具や機械の使いやすさを研究する学問領域として確立され、主として対象とした問題は操作端の物理的形状を人間の体の形に合わせることなどでした。しかし、コンピュータが急速に普及した1980年代になると、機械の使いやすさを議論するためには、人間の認識、判断、記憶といった知的機能に言及することが不可欠となりました。そこでは、人間と情報との関係に関しては認知工学の研究が人間の心の動きや、コンピュータの知的機能などを解明しようとしています。ところが、今まで人工知能や認知工学分野で最も盛んに行われた研究はコンピュータに知的な働きをさせるという「思考代行型」のものでした。機械が人間の助けなしで自律的に機能することが理想とされるため、人間とコンピュータのインタラクションを課題とする「調和」に対する問題意識がなされていませんでした。人間とコンピュータの情報との整合性や調和性などについてはまだ明らかにされていないといえます。そして、人間中心のシステム作りに関してまだ多くの課題が残っています。コンピュータシステムが「思考代行型」から「思考交流型」へ移り変わることが要求されている現在では、ソフトウェアは人間の思考や行動に合致することが強く望まれます。

人間がものを認識するときの認知過程には3つのレベルがあることが認知工学の研究者から指摘されています。すなわち、人間はスキルベースレベル、ルールベースレベル、知識ベースレベルというようなプロセスによって、ものを認知し、行動を行います。このような観点から、人間とコンピュータとの関わりにおいても、「ハードウェアレベル」と「ソフトウェアレベル」での調和が存在しているといえます。人間の感覚、五感、条件反射に当たるコンピュータの装置と近い調和を「ハードウェアレベルでの調和」というならば、人間の思考、知識、推論に当たるコンピュータの情報処理との調和を「ソフトウェアレベルでの調和」ということができます。

人間性を重視する「もの」作りでは、これからの日用品や工業製品に人間の感性を生かした自由曲面を形状構成要素としたものが多くなり、感性要素が製品価値のキーポイントとなることが予想されます。従って、コンピュータによる自由曲面製品の設計、製造、評価などのソフトウェアの開発が強く要求され、新たな発展が期待されています。このため、自由曲面と人間の感性との関わりを明らかにする第一歩として、自由曲面の除去加工工程のための自由曲面フィーチャ概念の提案や、曲面フィーチャモデリングや加工フィーチャの抽出、分類、解析、属性付け、グラフ表現などが行われています。そして、5軸制御マシニングセンターを用い、3次元(3D)自由曲連の除去加工を実行したり、さらに、曲面加工における曲面の度合いなどが人間の感性と合うように、新しい加工基準、評価尺度として感性精度の概念が考えられています。

ヒューマンインタフェースを代表とする人工現実感技術は、人間とコンピュータとの調和を実現するための強力な道具(ハードウェア)であり、真のヒューマンオリエンティドシステムには不可欠な技術でしょう。VR技術を利用して、直接操作による形状フィーチャモデリング及び工程設計への支援を行うことができます。また、VRシステムとエキスパートシステムとの融合をめざす人間が介在するコンピュータ援用工程設計(CAPP)システムが構成されます。

コンピュータシステムを人間が理解しやすく、操作しやすくするため、ヒューマンインタフェースの要素であるメタファに関して、その概念や構成、及びメタファの

総合効果が重要でしょう。理解しづらい、操作しにくいコンピュータはメタファから与えられた色々な比喩を用いて、操作性を改善し、人間となじむようになってきます。総合化されたメタファは人間に視覚上の支援を与えると共に直接操作にも役に立ち、人間とシステムとの関係を改善でき、調和性を向上させます。その総合効果をVRシステムを用いたロボットの動作教示の応用において確かめ、メタファのヒューマンインタフェースにおける重要な動きを検証が研究されています。

生産の自動化システムではロボットの応用分野が多岐にわたり、人間とロボットの調和の重要性は高まってきました。移動ロボットの経路探索において、「物理の原理」によってできているロボットに「生物の原理」を入れようという考えに基づいて、人間ののぞき込みという行動を参照したセンシングポイントの決定法を提案し、そのセンシングポイントを用いてローカルな経路探索法を構成するならば、人間の思考、行動と合うようなロボット経路探索法によって、ロボットの処理のプロセスは人間の感覚、知覚と合致し、違和感がない、安全で確実な経路探索ができます。

今まで、人間工学やマンマシンインタフェースでは、人間と機械との調和はハードウェアレベルでの調和に重点が置かれています。これに対して人間とコンピュータのソフトウェアとの調和はまだ明らかにされていない。コンピュータの推論、問題解決、意志決定及び知識表現、問題モデルの構築などと人間の思考プロセス、言語表現との整合性、調和性についての解明が必要でしょう。ソフトウェアの透明性と呼んでいます。

部門からのお知らせ

1. 第72期通常総会講演会

日時：平成7年3月28日(火)～4月1日(土)

場所：早稲田大学(東京都新宿区)

第72期通常総会講演会が上記の日程で開催されます。28日は見学会、4月1日は特別講演、通常総会、会員パーティーで、29日から31日が講演発表会です。生産加工・工作機械部門では30日に下記のように基調講演、先端技術フォーラム、同好会を企画しておりますので、会員の皆様の積極的な参加を期待しています。

生産加工・工作機械部門 企画

日時：平成7年3月30日

(1) 基調講演：11:00～12:00

「グラインディングセンターの現状と将来」

講師：垣野 義昭(京都大学)

(2) 先端技術フォーラム：13:30～17:00

「バブルジェットプリンタにおける微細加工」

講師：杉谷 博志(キャノン)

「高速・高品位ミーリング“FF加工”」

講師：中村 誠(牧野フライス製作所)

「ヒューエルインジェクションノズルの小径穴精密加工技術」

講師：河田 省三(ゼクセル)

「センターレスによる微小径ねじ研削」

講師：竹内 徳文(ミクロン精密)

(3) 部門同好会：17:30～20:00

本年度はFA部門と合同の同好会を行います。

部門関連の贈賞式等もあり、関連分野の方々と懇親を深める交流の場です。

2. 学生を対象とした先端技術紹介講演会 —これが私達のカイシャ（業界）です—

これまでの人手不足や「学生の製造業離れ」に加え、長い不況の中で、製造業全体が大きな岐路に立たされていますが、それでも今後の日本を支えるのはやはり製造業であると考えられます。その製造業の活性化を図るためには、まず優秀な人材の確保が重要です。

そこで、本部門では学生を対象として、各企業での「ものづくり」の魅力、先端技術の紹介などを通して生産技術、製造業の実状を学生に理解してもらい、この分野に興味をもってもらうことを目的として標記講演会を毎年企画しています。学生と企業の交流の場として、今年も下記のように開催を予定しておりますので、学生の皆さん及び企業の方々の参加をお願い致します。

開催日時：平成7年5月12日（金）

講演会・展示説明会 10:00～17:00

懇親会 17:00～19:00

開催場所：中央大学駿河台記念館 670号室（東京都千代田区神田駿河台3-11-5）

対象学生：学部学生及び大学院生（定員150名）

参加費用：学生無料

3. 講習会

「世界の超一流品を支える日本のキーテクノロジー 生産技術の最新動向（PartIV）」

1. 日時：平成7年6月23日（金）10:00～17:00

2. 場所：日本機械学会会議室（予定）

3. 参加費：会 員：15,000円 学 生 員：3,000円

非会員：30,000円 一般学生：6,000円

4. 連絡先：日本機械学会生産加工・工作機械部門

なお本部門では講習会と見学会を統合した企画として、平成6年10月12日に「ニューガラスとハイテク製造」（日本板硝子（株）千葉工場）、平成7年2月9日に「ニューセラミックスと加工技術」（東陶機器（株））を実施致しました。実際の製造過程や実験装置をみることにより、「講習会で得た知識をより具体的な形で理解でき実務に生かせる」という参加者の感想が得られています。これからも会員の皆様のご要望、ご意見を参考に「講習会&見学会」を企画しますので、宜しくご協力をお願い致します。

4. 第73期全国大会講演会

日時：平成7年9月11日（月）～14日（木）

場所：九州産業大学（福岡市）

第73期全国大会講演会が福岡で開催される予定です。プログラムの詳細についてはまだ確定していませんが、生産加工・工作機械部門では下記のような企画を立てていますので、奮ってご参加下さい。

(1) オーガナイズドセッション（基調講演を含む）

セッションテーマ：「高品位の加工技術」

基調講演：坂本 正史（九州工業大学）

(2) 先端技術フォーラム

総合テーマ：「先端機械加工とその周辺」

「超精密切削技術」

田中 克敏（東芝機械）

「超精密研削用ホイールと加工事例」

竹内 恵三（ノリタケダイヤ）

「非球面ミラーの加工」

鈴木 浩文（三菱電機）

「機械加工を支える技術」

久良 修郭（安川電機）

新刊書紹介『変わる生産のしくみ』藤本英雄著（オーム社、四六版141頁¥1500）

本書は、日本機械学会100周年記念事業の一環として刊行されたものである。

生産システムのこれまで発達してきた経緯や生産をとりまく環境の変化、現状の生産システム（CIM）における多種少量生産や標準化といった特徴、その過程でのコンピュータの関わりについて詳述している。また今後目指すべき短納期化、モジュール化、オーダーメイドなどに対処できる生産システムの将来像を示し、それに対処するために必要な制御技術、情報化・知能化技術、バーチャルリアリティといった開発課題について予測している。発達の歴史から将来像までの広範な領域を平易に解説しており、もの作りに多少なりとも関わりのある技術者には、一度は読んで頂きたい書である。

Production Engineering

No.8 春季号

1995年3月1日発行

編集兼 生産加工・工作機械部門

発行者 広報委員会

発行所

日本機械学会

生産加工・工作機械部門

印刷製本

（株）春恒社